

УДК 567.893.11:597.161.13

УЛЬТРАСТРУКТУРА BLASTOCYSTIS GALLI ИЗ КУР

© Л. М. Белова

Изучена ультратонкая организация стадий *Blastocystis galli*, развивающихся в кишечнике кур и в аксеничных культурах. Снаружи паразит покрыт хорошо развитым гликокаликсом (у культуральных стадий гликокаликс тоньше), за гликокаликсом следует плазматическая мембрана. На плазматической мембране местами имеются «карманы», представляющие собой небольшие конические углубления с электроноплотными краями. В цитоплазме — глыбки гликогена, большое число рибосом и мелких вакуолей. Рибосомы располагаются на мембранах эндоплазматической сети. Митохондрии с электроноплотным матриксом, кристы митохондрий трубчатого типа. Комплекс Гольджи представлен рядом цистерн, собранных в стопку. Ядро содержит ядрышко и глыбки конденсированного хроматина, располагающиеся по периферии ядра. Перинуклеарное пространство хорошо выражено. Большую часть клетки паразита занимает центральная вакуоль, ограниченная мембраной. Иногда она разделена на участки разной величины. Между компартментами центральной вакуоли обычно имеется небольшое количество цитоплазмы с включенными в нее митохондриями и рибосомами. Обнаружены цистоподобные стадии, стенка этих стадий состоит из нескольких оболочек. План строения бластоцист указывает на их принадлежность к царству Protista.

Сведения по ультраструктуре бластоцист в основном представлены работами, выполненными на культуральных стадиях *Blastocystis hominis* (Tan, Zierdt, 1973; Tan e. a., 1974; Zierdt, Tan, 1976; Zierdt, 1986; Matsumoto e. a., 1987; Zierdt e. a., 1988; Stenzel, Boreham, 1991; Stenzel e. a., 1991; Boreham, Stenzel, 1993). В последние годы появился ряд данных по ультраструктуре бластоцист, паразитирующих у рептилий (Surech e. a., 1997), птиц (Белова, Костенко, 1990; Stenzel e. a., 1997) и обезьян (Stenzel e. a., 1997).

Впервые бластоцист у кур обнаружил Грасси (Grassi, 1881 по: Bach, Kiefer, 1923), а затем Кузински (Kuczynski, 1914) и Ямада с соавторами (Yamada e. a., 1987). Бластоцисты из кур были выделены в самостоятельный вид *Blastocystis galli* Беловой и Костенко в 1990 г. В настоящей статье представлены результаты изучения ультраструктуры *B. galli*, развивающихся в слепых отростках кишечника кур и в аксеничной двухфазной питательной среде.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал для культивирования и изучения ультраструктуры *B. galli* получен из слепых отростков толстого кишечника кур на птицефабрике «Ломоносовская» Ленинградской обл. За основу для культивирования была взята двухфазная яичная среда (Zierdt, 1988). На коагулированное в скошенном положении содержимое куриного яйца (2—3 мл) наслаивали либо раствор Хенкса, либо среду 199 и добавляли 1 мл сыворотки крови кур или сыворотки крови лошади. В среду вносили антибиотики из расчета на 1 мл среды ампицилина 4 тыс. ЕД, стрептомицина — 1 тыс. ЕД и 500 мг амфотерицина. Анаэробные условия создавали путем наслаивания 1—2 мл стерильного подсолнечного масла. Температура культивирования 41—48°, pH среды 7—7.2.

Для изучения ультраструктуры *B. galli* материал из содержимого слепых отростков или культуральной среды концентрировали путем центрифугирования при 3 тыс. об/мин

в течение 20 мин. Перед центрифугированием для предфиксации материала в центрифужные пробирки добавляли 2—3 капли раствора глутаральдегида. После центрифугирования жидкость декантировали, а осадок фиксировали 2.5—3 %-ным глутаральдегидом на 0.1 М растворе какодилатного буфера в течение 1.5—2 ч при 0° в темноте. Затем материал отмывали в 0.2 М растворе какодилатного буфера, три смены по 20 мин и постфиксировали 2%-ным OsO₄ в течение 1 ч при 0°, обезвоживали и заключали в смесь эпонса с аралдитом. Ультратонкие срезы, полученные на ультрамикротоме LKB—III, контрастировали насыщенным раствором уранилацетата 1 ч и цитратом свинца — 5 мин. Исследования проводили в электронных микроскопах Tesla-500, Jem-100S.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Стадии *B. galli*, паразитирующие в кишечнике, имеют овальную, круглую или амебонидную формы, размеры их варьируют в пределах 2.5—47.5 × 2.5—46.3 мкм, число ядер в одной особи колеблется от 1 до 4, редко встречаются особи, содержащие от 8 до 32 ядер. Стадии, развивающиеся в культуре, также овальной, круглой и амебонидной форм, но чаще всего встречаются круглые особи. Размеры культуральных стадий колеблются в более широких пределах 2.5—110 × 2.5—110 мкм, число ядер в одной особи чаще варьирует от 1 до 64, реже встречаются особи с числом ядер более 100.

Исследования в электронном микроскопе выявили у всех стадий *B. galli*, развивающихся в кишечнике и культуре следующие структуры.

Гликокаликс — гликопротеидный комплекс, ассоциированный с наружной поверхностью плазматической мембраны клетки, обычно структурированный, микроскопически представляется в виде волокнистой или «пушистой» оболочки, покрывающей плазматическую мембрану. Эта оболочка мягка и эластична. В настоящее время известно, что в гликокаликсе расположены специальные рецепторные молекулы, с помощью которых клетки избирательно относятся к частицам вещества, находящегося во внешней среде, в результате чего они либо приступают к эндоцитозу, либо отказываются от него. Гликокаликс также в первую очередь обуславливает антигенные особенности паразита. Способность менять состав гликокаликса определяет антигенные вариации и играет существенную роль в защите паразитов от антител хозяина.

Впервые гликокаликс у бластоцист видели задолго до изобретения электронного микроскопа (Alexeieff, 1911; Lynch, 1917; Kofoed e. a., 1919). Эти исследования описывали гликокаликс как слизистое покрытие или как желатиновую или слизистую капсулу. С помощью электронного микроскопа гликокаликс был обнаружен у большинства клеток *Blastocystis hominis* (Zierdt e. a., 1967). Хорошее описание гликокаликса у *B. hominis* сделано в последних работах Стензеля с соавторами (Stenzel e. a., 1991).

Гликокаликс обнаружен нами у всех стадий *B. galli*, развивающихся в кишечнике хозяев, и в культуре (см. рисунок, 2, 7; см. вкл.). Гликокаликс у этого вида бластоцист хорошо структурирован и покрывает плазматическую мембрану. Толщина его варьирует от 0.25 до 0.5 мкм. Гликокаликс у культуральных форм обычно значительно тоньше, чем у кишечных. Часто с гликокаликсом ассоциируются бактерии. В этом случае он предположительно выполняет функцию распознавания бактерий либо перед фагоцитозом, либо для нейтрализации патогенного воздействия бактерий. Ассоциацию бактерий с гликокаликсом довольно часто наблюдали у *B. hominis* (Silard, Burghleale, 1985; Dunn e. a., 1989).

Плазматическая мембрана. Под гликокаликсом расположена типичная для простейших плазматическая мембрана или как ее еще называют в специальной литературе — наружная мембрана (2, 7). На плазматической мембране имеются «карманы», представляющие собой небольшие конические углубления с электронноплотными краями (6). Функция «карманов» неясна, возможно они участвуют в

процессе экзоцитоза. Это предположение подкрепляется наблюдением за формирующимися на плазматической мембране при транспорте частиц ферритина структурами (Bogham, Stenzel, 1993), напоминающими морфологически обнаруженные нами на плазматической мембране у *B. galli* «карманы».

Внутренняя мембрана, или мембрана центральной вакуоли, отделяет центральную вакуоль от цитоплазмы (1—3, 7). Внутренняя мембрана может формировать в центральной вакуоли отделенные друг от друга компартменты (1).

Цитоплазма. Располагается тонким слоем между плазматической мембраной и мембраной центральной вакуоли (6, 7).

Рибосомы. В цитоплазме содержится большое число рибосом, располагающихся на мембранах эндоплазматической сети (2, 7).

Митохондрии. Форма митохондрий обычно округлая или слегка продолговатая. Размеры диаметра варьируют от 0.5 до 1.0 мкм. Митохондрии имеют электронноплотный матрикс. Внутренняя мембрана митохондрии формирует кристы в виде коротких трубочек или шариков (2, 5). Митохондрии располагаются либо поодаль от ядра, либо на разных полюсах рядом с ядром (2, 3, 5). Число митохондрий в одной клетке сильно варьирует — от 2—4 до нескольких сотен.

Попытки выяснения роли митохондрий были проведены Циертом и др. (Zierdt, 1986; Zierdt e. a., 1988). Митохондрии подвергались специальным биохимическим анализам, направленным на выявление энзимов, обычно ассоциированных с митохондриями. Несмотря на наличие большого числа митохондрий, активность митохондриальных энзимов (пируватдегидрогеназного комплекса, α -кетоглутаратдегидрогеназного комплекса, изоцитратдегидрогеназы, глутаматдегидрогеназы, цитохромоксидазы) не была выявлена (Zierdt e. a., 1988). Отсутствие цитохромов указывает на то, что в митохондриях бластоцист не происходит переноса электронов от флавопротеидов к молекулярному кислороду. Не обнаружено и других геминных ферментов — пероксидазы и каталазы, функционирующих в клетках позвоночных как биологические окислители.

Найдена значительная активность аспаратаминотрансферазы, аланинаминотрансферазы, а также альдолазы. Обнаружено присутствие пируватдекарбоксидазы. Диафороаза и лактатдегидрогеназа были зарегистрированы в незначительных количествах. Не найдены глутамилтранспептидаза, алкалинфосфатаза (лизосомный маркер) и креатинкиназа.

Таким образом, функция митохондрий *Blastocystis hominis* остается неясной. Некоторые старые особи *B. hominis* содержат свыше 75 % липидов, богатых триглицеридами. Возможно, митохондрии бластоцист участвуют в липидном метаболизме, осуществляя синтез и накопление липидов (Zierdt, 1988; Zierdt e. a., 1988). Постулируется происхождение митохондрий у бластоцист от анаэробных бактерий (Zierdt, 1986). Известно, что митохондрии — органеллы, поставляющие энергию для функционирования аэробных эукариотических клеток. Какова же биологическая роль этих органелл у бластоцист — строгих анаэробов? Наличие митохондрий у анаэробных организмов большая загадка, будущие исследования выявят их функцию.

Комплекс Гольджи. Блюдцеобразные или трубчатые структуры, ограниченные гладкими мембранами. Функция связана с упаковкой, синтезом и транспортировкой продуктов жизнедеятельности клетки, а также построением плазматической мембраны и мембраны лизосом. У *B. galli* комплекс Гольджи представлен несколькими цистернами, собранными в стопку, располагается рядом с ядром на разных полюсах (2, 7).

Ядро. Бластоцисты относятся к простейшим, обладающим сложным жизненным циклом, в котором одноядерные стадии чередуются с многоядерными. Многоядерность формируется в результате того, что ядерные деления опережают деление цитоплазмы. Форма ядер может варьировать от сферической и овальной до продолговатой и неправильной. Размеры ядер колеблются в пределах 1—2.5 мкм.

Ядра бластоцист покрыты двухмембранной оболочкой. Наружная и внутренняя мембраны разделены перинуклеарным пространством (3). Оболочка ядра пронизана

порами. Наружная ядерная мембрана имеет переходы в мембраны цистерн гранулярной эндоплазматической сети. Ядра бластоцист имеют небольшие объемы, заполненные кариолимфой, в которую погружены структурно оформленные компоненты ядра.

В ядрах всех изученных в электронном микроскопе бластоцист имеется хроматин. У *Blastocystis hominis* он собран в виде полумесяца на одном из полюсов ядра, у *B. galli* хроматин диспергирован в виде отдельных глыбок, расположенных главным образом по периферии ядра. Этот признак достаточно постоянен и может быть использован в таксономических целях. В ряде случаев в ядрах *B. galli* удавалось обнаружить ядрышки, расположенные либо центрально, либо эксцентрично (5). Микротрубочки в ядрах не обнаружены. Предположительно ядра бластоцист делятся митозом (Yoshikawa e. a., 1988).

Небольшие размеры ядер — 1—2.5 мкм, преобладание компактного хроматина в виде периферических сгущений, сравнительно небольшой объем ядра, занятый кариолимфой, наличие ядрышек характерны для малых пузырьковидных ядер. Малые пузырьковидные ядра обнаружены у гамет фораминифер и грегаринов, мерозоитов и спорозоитов грегаринов, кокцидий и гемоспоридий, а также у микронуклеусов некоторых инфузорий (Райков, 1978).

Центральная вакуоль. Впервые описана Алексеевым (Alexeieff, 1911) под названием «internal body». Позже центральную вакуоль называли резервным телом «Innenkorper» (Lavier, 1952) и центральным телом (Zierdt, 1991). Эти различия в терминологии обусловлены недостаточностью знаний о функции центральной вакуоли.

Центральная вакуоль обнаружена у всех 12 описанных нами новых видов бластоцист. Она имеется у стадий бластоцист, развивающихся в кишечнике и в культурах. При окраске бластоцист по Романовскому—Гимза центральная вакуоль выглядит в виде различной величины центрально расположенного тела либо совершенно не окрашивающегося, либо красящегося у некоторых видов бластоцист (*Blastocystis equi*, *B. agrionemidis*) в серо-голубой цвет. Размеры центральной вакуоли очень сильно варьируют. У некоторых особей бластоцист она занимает почти весь объем клетки, цитоплазма в таких бластоцистах представлена тонким периферическим слоем. В некоторых многоядерных плазмодальных клетках бластоцист, развивающихся в культуре, центральная вакуоль незаметна. Тело таких клеток напоминает сферу, в которой более менее равномерно расположены десятки ядер.

Центральная вакуоль ограничена мембраной, которую называют внутренней мембраной или мембраной центральной вакуоли (1—3, 7). Центральная вакуоль разделена внутренней мембраной на отдельные участки разной величины (1). Между отдельными компартментами центральной вакуоли часто содержится небольшое количество цитоплазмы с включенными в нее ядрами, митохондриями и рибосомами. При размножении в центральной вакуоли формируется большое число (до нескольких десятков) особей. В таких клетках цитоплазма располагается в виде тонкого тяжа между плазматической мембраной и мембраной центральной вакуоли (Белова, 1992).

Цитохимические окраски, используемые для выяснения роли центральной вакуоли, не дали больших результатов. В центральной вакуоли не обнаружены нуклеиновые кислоты (Tan, Zierdt, 1973; Matsumoto e. a., 1987). Окраска иодином на крахмал обычно дает отрицательные результаты (Zierdt, 1973; McClure e. a., 1980), однако иногда окраску центральной вакуоли иодином наблюдали (Yamada e. a., 1987).

Данные некоторых исследователей также свидетельствуют о том, что в центральной вакуоли могут накапливаться и сохраняться питательные вещества (Yamada e. a., 1987; Stenzel e. a., 1989).

Возможно, накопление крахмала происходит при неблагоприятных условиях культивирования (Kofoid e. a., 1919; Silard, 1979). Гликоген и липиды не были обнаружены в центральной вакуоли (Zierdt, 1973; McClure e. a., 1980). Однако Тан и Цьердт (Tan, Zierdt, 1973) обнаружили липиды в центральной вакуоли у вакуолярных стадий *B. hominis*. Липиды также были найдены в гранулярных стадиях (Lavier, 1952; Tan, Zierdt, 1973; Dunn e. a., 1989) и в старых клетках (Zierdt e. a., 1967). Эти

данные свидетельствуют о том, что центральная вакуоль играет некоторую роль в сохранении продуктов метаболизма.

Цитохимические исследования на кислую фосфатазу (Ztenzel e. a., 1989) и алкалинфосфатазу (Zierdt e. a., 1988) дали отрицательный результат. Эндоцитоз наблюдали у вакуолярных и гранулярных форм (Ztenzel e. a., 1989). Опыты по эндоцитозу с ферритином показали, что через 30 мин ферритин обнаруживается в центральной вакуоли (Boreham, Stenzel, 1993).

Цисты — одна из форм существования многих одноклеточных организмов, характеризующаяся наличием защитных оболочек. У простейших (жгутиконосцы, ризопода, спорозоа, цилиофора) формирование цист является необходимым этапом в жизненном цикле. Функционально цисты могут быть различными.

Цисты размножения имеют тонкую стенку и формируются на период размножения, в течение которого содержимое цисты делится, образуя несколько самостоятельных особей. Иногда в цисте протекают определенные ядерные процессы, например автогамия у солнечников рода *Actinophrys*.

Цисты покоя формируют толстую стенку, чаще они образуются у стадий расселения или при неблагоприятных условиях и способствуют длительному переживанию организма во внешней среде. У некоторых групп простейших цисты могут существовать во внешней среде несколько лет, например: у цилиат из рода *Colpoda* — до 16 мес., у жгутиконосцев рода *Oikomonas* — до 5.5 лет, у динофлагеллят *Peridinium cinictum* — до 16 лет.

Наши работы (Белова, 1998) по изучению выживаемости *Blastocystis galli*, *B. anseri* и *B. suis* во внешней среде показали, что на жизнеспособность бластоцист отрицательно влияет наличие свободного кислорода, поэтому бластоцисты не способны длительное время переживать вне организма хозяина. Обычно этот срок ограничивается непродолжительным временем от 6—8 до 10—19 ч. В связи с этим вызывают большой интерес находки у *B. galli* стадий из кишечника кур, напоминающих цисты (4).

Впервые в световом микроскопе цистоподобные стадии были обнаружены нами у *B. anatis* (Белова, 1991, 1992). Эти стадии представляют собой одноядерную амёбку с небольшим числом лобоподий, заключенную в сферу, превосходящую амёбку в 3—4 раза. Были обнаружены аналогичные сферы, включающие несколько амёбок. Во всех случаях амёбки располагались на полюсах сферы. Стадии, представляющие собой одноядерных амёбок, заключенных в сферу, мы рассматриваем как расселительные (Белова, 1992).

В электронном микроскопе видно, что между стенкой цистоподобной стадией и цитоплазмой находится плазматическая мембрана. Стенка цистоподобной стадии многослойная (4).

Первое сообщение о цистных формах у *B. hominis* сделал Мельхорн (Mehlhorn, 1988). Детально морфологическое описание этих стадий дали Стензель и Борихем (Stenzel, Boreham, 1991) и затем Земан с соавторами (Zaman e. a., 1993).

В ряде работ цистоподобные стадии описаны у бластоцист, паразитирующих у животных (Boreham, Stenzel, 1993; Stenzel e. a., 1993; Singh e. a., 1996). Цистоподобные стадии у бластоцист из кур видел Стензель с соавторами (Stenzel e. a., 1997). Цистоподобные стадии, каждая из которых содержит по одному ядру были окружены общей фибриллярной оболочкой. Эти авторы видели также цистоподобные стадии, у которых фибриллярная оболочка отсутствует.

Цистоподобные стадии бластоцист из обезьян содержат 4 и более ядер. Стенка цист многослойная и напоминает таковую у *B. hominis*. С наружной стороны стенка цист покрыта фибриллярной оболочкой, похожей на гликокаликс. Таким образом, к настоящему времени накопилось много данных, указывающих на наличие в жизненном цикле бластоцист цистоподобных стадий. Цистоподобные стадии у различных видов бластоцист отличаются числом ядер и наличием либо отсутствием фибриллярной оболочки.

Возможно, это видовые особенности и, следовательно, различия в структуре цистоподобных стадий могут быть использованы с таксономическими целями. Можно

также предположить, что это стадии размножения и тогда понятен факт кратковременного выживания бластоцист во внешней среде и, наконец, вероятно, что это все же цисты покоя, но срок их выживания во внешней среде ограничен несколькими часами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований.

Список литературы

- Белова Л. М. *Blastocystis anatis* sp. n. (Rhizopoda, Lobosea) из домашних уток // Зоол. журн. 1991. Т. 70, вып. 9. С. 5—10.
- Белова Л. М. Мировая фауна и морфофункциональная организация бластоцист (Protista, Rhizopoda) // Тр. ЗИН РАН. 1992. Т. 244. 53 с.
- Белова Л. М. Выживаемость бластоцист вне организма хозяина // Паразитология. 1998. Т. 32, вып. 2. С. 180—183.
- Белова Л. М., Костенко Л. А. *Blastocystis galli* sp. n. (Protista: Rhizopoda) из кишечника домашних кур // Паразитология. 1990. Т. 24, вып. 2. С. 164—168.
- Райков И. Б. Ядро простейших. Морфология и эволюция. Л.: Наука, 1978. 328 с.
- Alexeieff A. Sur la nature des formations dites «kystes de Trichomonas intestinalis» // Comp. Rend. Sean. Soc. Biol. 1911. Т. 71. P. 296—298.
- Bach F. W., Kiefer K. H. Untersuchungen uber Blastocystis // Zbl. Bakteriол. Abt. 1. Orig. A. 1923. Bd 89. S. 72—98.
- Boreham P. F. L., Stenzel D. J. Blastocystis in humans and animals: morphology, biology, and epizootiology // Adv. Parasit. 1993. Vol. 32. P. 1—70.
- Dunn L. A., Boreham P. F. L., Stenzel D. J. Ultrastructural variation of Blastocystis hominis stocks in culture // Inter. J. Parasit. 1989. Vol. 19. P. 43—56.
- Kofoed C. A., Kornnhauser S. I., Swezy O. Criteria for distinguishing the Endamoeba of amebiasis from other organisms // Arch. Inter. Med. 1919. Vol. 24. P. 35—50.
- Kuczynski M. H. Untersuchungen an Trichomonaden // Arch. Protistenkd. 1914. Bd 33. S. 119.
- Lavier G. Observation sur les Blastocystis // Ann. Parasitol. Hum. Comp. 1952. Vol. 27. P. 339—356.
- Lynch K. M. Blastocystis hominis; its characteristics and its prevalence in intestinal content and feces in South Carolina // J. Bacteriol. 1917. Vol. 2. P. 369—377.
- Matsumoto Y., Yamada M., Yoshida Y. Light-microscopical appearance and ultrastructure of Blastocystis hominis, an intestinal parasite of man // Zbl. Bakteriол. Microbiol. Hyg. Ser. A. 1987. Bd 264, № 3—4. S. 379—385.
- McClure H. M., Strobert E. A., Henry G. R. Blastocystis hominis in a pigtailed macaque: a potential enteric pathogen for nonhuman primates // Lab. Anim. Sci. 1980. Vol. 30. P. 890—894.
- Mehlhorn H. Blastocystis hominis, Brumpt 1912; are there different stages or species? // Parasit. Res. 1988. Vol. 74. P. 393—395.
- Silard R. Contribution to Blastocystis hominis studies. Aspects of degenerescence // Arch. Rouman. Pathol. Exp. Mic. 1979. T. 38. P. 105—114.
- Silard R., Burghel B. Ultrastructural aspects of Blastocystis hominis strain resistant to antiprotozoal drugs // Arch. Rouman. Pathol. Exp. Mic. 1985. T. 44. P. 73—85.
- Singh M., Ho L. C., Yap A. L. L., Ng G. C., Tan S. W., Moe K. T., Yap E. H. Axenic culture of reptilian Blastocystis isolates in monophasic medium and speciation by karyotypic typing // Parasit. Res. 1996. Vol. 82. P. 165—169.
- Stenzel D. J., Boreham P. F. L. A cyst-like stage of Blastocystis hominis // Inter. J. Parasit. 1991. Vol. 21. P. 613—615.
- Stenzel D. J., Boreham P. F. L. Ultrastructure of Blastocystis hominis // J. Comput. Ass. Mic. 1993. Vol. 5. P. 13—16.
- Stenzel D. J., Dunn L. A., Boreham P. F. L. Endocytosis in cultures of Blastocystis hominis // Inter. J. Parasit. 1989. Vol. 19. P. 787—791.
- Stenzel D. J., Boreham P. F. L., McDougall R. Ultrastructure of Blastocystis hominis stool samples // Inter. J. Parasit. 1991. Vol. 21. P. 807—812.
- Stenzel D. J., Lee M. G., Boreham P. F. L. Morphological difference in Blastocystis cysts — an indication of different species? // Parasit. Res. 1997. Vol. 83, № 5. P. 452—457.
- Tan H. K., Zierdt C. H. Ultrastructure of Blastocystis hominis // Z. Parasitenkd. 1973. Bd 42. S. 315—324.

- Tan H. K., Harrison M., Zierdt C. H. Freeze-etch studies of the granular and vacuolated forms of *Blastocystis hominis* // Z. Parasitenkd. 1974. Bd 44. S. 267—278.
- Yamada M., Matsumoto Y., Tegoshi T., Yoshida Y. The prevalence of *Blastocystis hominis* infection in humans in Kyoto City // Jap. J. Trop. Med. Hyg. 1987. Vol. 15. P. 158—159.
- Yoshikawa H., Yamada M., Yoshida Y. Freeze-fracture study of *Blastocystis hominis* // J. Protozool. 1988. Vol. 35. P. 522—528.
- Zaman V., Ng G. C., Suresh K., Yap E. H., Singh M. Isolation of *Blastocystis* from the cockroach (Dictyoptera, Blattidae) // Parasit. Res. 1993. Vol. 79. P. 73—74.
- Zierdt C. H. Studies of *Blastocystis hominis* // J. Protozool. 1973. Vol. 20. P. 114—121.
- Zierdt C. H. Cytochrome-free mitochondria of an anaerobic protozoan — *Blastocystis hominis* // J. Protozool. 1986. Vol. 33. P. 67—69.
- Zierdt C. H. *Blastocystis hominis*, a longmisunderstood intestinal parasite // Parasit. Today. 1988. Vol. 4. P. 15—17.
- Zierdt C. H. *Blastocystis hominis* — past and future // Clin. Mic. Rev. 1991. Vol. 4. P. 61—79.
- Zierdt C. H., Tan H. K. Ultrastructure and light microscope appearance of *Blastocystis hominis* in a patient with enteric disease // Z. Parasitenkd. 1976. Bd 50. S. 277—283.
- Zierdt C. H., Rude W. S., Bull B. S. Protozoan characteristics of *Blastocystis hominis* // Am. J. Clin. Pathol. 1967. Vol. 48. P. 495—501.
- Zierdt C. H., Donnelly C. T., Muller J., Constantopoulos G. Biochemical and ultrastructure study of *Blastocystis hominis* // J. Clin. Mic. 1988. Vol. 26, № 5. P. 965—970.

ЗИН РАН, Санкт-Петербург, 199034

Поступила 17.03.1998

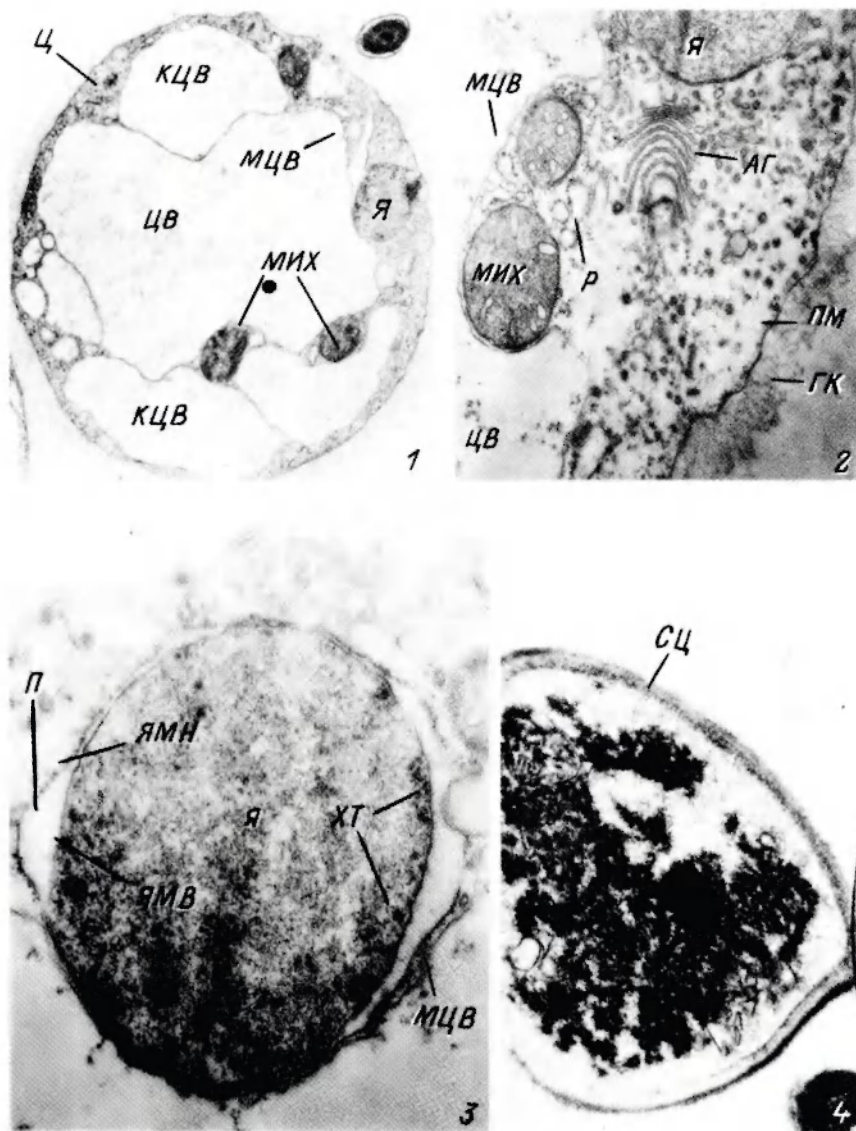
ULTRASTRUCTURE OF BLASTOCYSTIS GALLI FROM CHICKENS

L. M. Belova

Key words: ultrastructure, *Blastocystis*, Protista.

SUMMARY

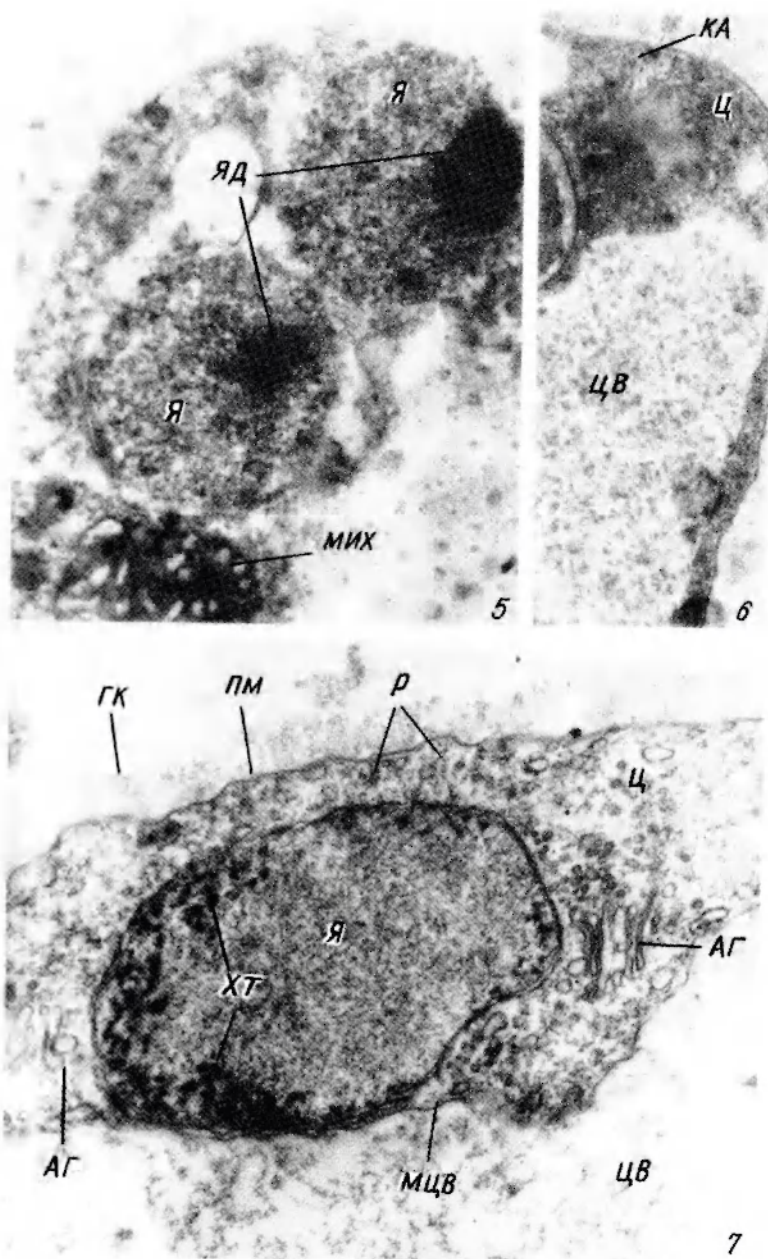
The ultrastructure stages of *Blastocystis galli* were studied in chickens' intestine and in laboratory cultures. There were found morphological structures: surface coat (cell from chickens' intestine showed a very thick surface coat); cell membrane — there were some small electron-opaque deepening «pockets» on the membrane; inner membrane; endoplasmic reticulum with attached ribosomes, which present in the cytoplasm; all cells contained numerous of small vacuoles and large glycogen inclusions in cytoplasm; mitochondria with tubular cristae; nucleus with granules condensed chromatin; central vacuole; Golgi complex was represented by number of plates grouped in a pile; the cyst-like forms were surrounded by multilayered wall.



Ультраструктура *Blastocystis galli*.

1 — вакуолярная стадия из кишечника кур ($\times 8000$); 2 ($\times 15\,000$); 3 ($\times 29\,000$) — фрагменты клеток из кишечника кур; 4 — цистоподобная стадия из кишечника кур ($\times 10\,000$); 5 ($\times 25\,000$), 6 ($\times 15\,000$) — фрагменты клеток из культуры; 7 — фрагмент клетки из кишечника кур ($\times 20\,000$): КА — «карман»; ЯД — ядрышко; АГ — аппарат Гольджи; ГК — гликокаликс; КЦВ — компартмент центральной вакуоли; МИХ — митохондрия; МЦВ — мембрана центральной вакуоли; П — перинуклеарное пространство; ПМ — плазматическая мембрана; Р — рибосомы; СЦ — стенка цистоподобной стадии; ХТ — хроматин; Ц — цитоплазма; ЦВ — центральная вакуоль; Я — ядро; ЯМН — наружная ядерная мембрана; ЯМВ — внутренняя ядерная мембрана.

Transmission electron micrographs the ultrastructure of *Blastocystis galli*.



Продолжение рисунка